

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
15. Dezember 2005 (15.12.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/119777 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **H01L 27/092**

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/005885

(22) Internationales Anmeldedatum:
1. Juni 2005 (01.06.2005)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 026 939.4 1. Juni 2004 (01.06.2004) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **DEUTSCHES ZENTRUM FÜR LUFT- UND RAUMFAHRT E.V.** [DE/DE]; Südstrasse 125, 53175 Bonn (DE).

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **GRUBER, Robin** [DE/DE]; Lindenschmitstr. 29a, 81371 München (DE).
SCHOTT, Jörg [DE/DE]; Kosthofstr. 3, 82205 Gilching (DE). **TEGTMEIER, Bernd** [DE/DE]; Fahrweg 9, 31737 Rinteln (DE).

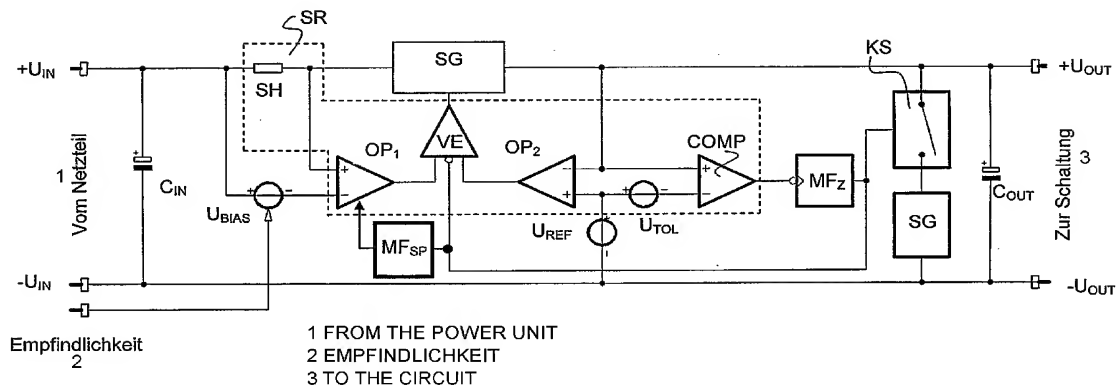
(74) Anwalt: **VON KIRSCHBAUM, Albrecht**; Waldstrasse 2b, 82110 Germering (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR SUPPRESSING LATCH-UPS OCCURRING IN A CIRCUIT, AND SYSTEMS FOR CARRYING OUT SAID METHOD

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUM LÖSCHEN VON IN EINER SCHALTUNG AUFTRETENDEN LATCH-UPS SOWIE ANORDNUNGEN ZUM DURCHFÜHREN DES VERFAHRENS



(57) Abstract: According to the invention, in order to suppress a latch-up, the supply voltage is switched off following the detection of a latch-up, charge located in the circuit is reduced with the aid of a short-circuiting switch, and the detection of a low voltage is temporarily canceled when the supply voltage is gradually increased again. A protective circuit is assigned to an electronic circuit in order to protect the radiation-sensitive components thereof, said electronic circuit being subdivided into groups of active circuit components accepting a similar amount of current in a predefined area and a protective circuit being assigned to at least one of said groups of active circuit components accepting approximately the same amount of current in a predefined area. In order to prevent the output current from influencing the output voltage, a current-detecting unit is mounted upstream of a voltage-regulating unit.

(57) Zusammenfassung: Gemäß der Erfindung wird zum Löschen von Latch-Ups nach Detektion eines Latch-Up die Versorgungsspannung abgeschaltet, in der Schaltung befindliche Ladung wird mittels eines Kurzschlusschalters abgebaut und beim Wiederhochfahren der Versorgungsspannung wird eine Unterspannungsdetektion kurzzeitig unterdrückt. Zum Schutz von strahlungsempfindlichen aktiven Schaltungskomponenten einer elektronischen Schaltung ist dieser eine Schutzschaltung zugeordnet. Hierbei wird die elektronische Schaltung in Gruppen von aktiven Schaltungskomponenten mit in einem vorgegebenen Bereich ähnlich großer Stromaufnahme unterteilt sein. Dabei ist mindestens einer dieser Gruppen von aktiven Schaltungskomponenten mit in einem vorgegebenen Bereich annähernd gleich großer Stromaufnahme eine Schutzschaltung zugeordnet. Um einen Einfluss des Ausgangsstroms auf die Ausgangsspannung zu vermeiden, ist vor einer Einheit zur Spannungsregelung eine Einheit zur Stromdetektierung angeordnet.

WO 2005/119777 A1



MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für den folgenden Bestimmungsstaat US
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für die folgenden Bestimmungsstaaten AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA,

CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW, ARIPO Patent (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)

- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Titel

Verfahren zum Löschen von in einer Schaltung auftretenden Latch-Ups sowie Anordnungen zum Durchführen des Verfahrens

Technisches Gebiet

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Löschen von in einer Schaltung auftretenden Latch-Ups, wobei bei strombegrenzter Versorgungsspannung eine Unterspannung detektiert wird, nach Detektieren eines Latch-Up die Versorgungsspannung abgeschaltet und in der Schaltung befindliche Ladung abgebaut wird.

Ferner betrifft die Erfindung Anordnungen zum Durchführen des Verfahrens zum Schutz von strahlungsempfindlichen aktiven Schaltungskomponenten einer elektronischen Schaltung.

Stand der Technik

Eine derartige Anordnung ist beispielsweise aus US 6,064,555 bekannt.

5

In Anwendungsbereichen für elektronische Schaltungen, in denen aufgrund der Umgebungsbedingungen hohe Strahlendosen erwartet werden und trotzdem eine lange Haltbarkeit gefordert wird, wie beispielsweise bei Anwendungen im Weltraum, werden derzeit strahlungsresistente Schaltungskomponenten eingesetzt. Solche strahlungsresistenten Schaltungskomponenten haben den Nachteil, dass sie zum einen erheblich teurer sind als vergleichbare, nicht strahlungsresistente Schaltungskomponenten und zum anderen nicht jeder gewünschte Integrationsgrad bzw. Schaltungskomponententyp in strahlungsfester Ausführung erhältlich ist.

10

15

Bei Bestrahlung mit hohen Strahlungsdosen zeigen strahlungsempfindliche aktive Schaltungskomponenten im wesentlichen zwei Effekte:

- 5 • Langzeiteffekte (Alterung), wie eine durch Gamma-Strahlung erzeugte Verschiebung von Arbeitspunkten, oder eine Einlagerung geladener Teilchen in einen Chip. Diese Effekte sind jedoch in vielen Fällen tolerierbar bzw. kompensierbar.
- 10 • Plötzliche Effekte (Single Event Effects, SEE), wie „Umkippen“ einzelner Bits in digitalen Schaltungen, Entstehen kurzer Pulse in analogen Schaltungen oder bei CMOS-Schaltungskomponenten auftretende sogenannte Latch-Ups.
- 15 • Letztere werden dadurch verursacht, dass ionisierende Teilchen, beispielsweise Alpha-, Beta-, Schwerionen- oder Protonenstrahlung, die parasitär in dem CMOS-Substrat enthaltenen Thyristoren zünden, was einen schnellen Stromanstieg und - ohne Schutzmaßnahmen - eine Zerstörung der Schaltungskomponente zur Folge hat.
- 20 Bisherige Konzepte beschränken sich darauf, die Stromaufnahme einer Schaltung zu messen und abzuschalten, wenn die Stromaufnahme einen eingestellten Sollwert übersteigt; dadurch wird/werden der/die parasitäre/n Thyristor/en gelöscht. Ferner sind auch Schutzschaltungen gebräuchlich,
- 25 mit welchen nur eine Strombegrenzung vorgenommen wird.
- 30

(Siehe beispielsweise die Veröffentlichung "Active input filter" von Giulio Simonelli und Philippe Perol, S. 1-6.)

Die bisher eingesetzten Schaltungen haben folgende Nachteile.
5 le. Eventuelle zur Filterung der Betriebsspannung in der zu schützenden Schaltung vorhandene Kondensatoren entladen sich beim Auftreten eines Latch-Up über den parasitären Thyristor; dies macht eine Zerstörung der jeweils betroffenen Schaltungskomponenten noch wahrscheinlicher, da bei-
10 spielsweise in einem Chip mehr Energie auf engstem Raum in Wärme umgesetzt wird.

Ferner fallen Schaltungskomponenten mit einer im Vergleich zu anderen Schaltungskomponenten geringeren Stromaufnahme,
15 in welchen ein Latch-Up ausgelöst wird, neben Schaltungskomponenten mit einer höheren Stromaufnahme in der Schaltung nicht auf, so dass auch keine rechtzeitige Abschaltung vorgenommen wird bzw. werden kann.

20 Schaltungen mit veränderlicher oder pulsartiger Stromaufnahme können ohnehin nur unzureichend geschützt werden. Ein Spannungsabfall an einem Strom-Messwiderstand führt dazu, dass die zu schützende Schaltung mit weniger als der Nominalspannung versorgt wird, insbesondere dann, wenn deren
25 Stromaufnahme stark schwankt, und somit eine Primärspannungserhöhung zur Kompensation nicht in Frage kommt.

Beschreibung der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren zum Löschen von
30 Latch-Ups anzugeben, mit welchem die Nachteile und Beschränkungen der bisher angewendeten Maßnahmen beseitigt sind. Um eine Konvertierung strahlungsempfindlicher Schal-

tungsdesigns bei Anwendungen mit einer Einwirkung hoher Strahlendosen zu ermöglichen, ist es ferner Aufgabe der Erfindung, ein Spannungsversorgungskonzept anzugeben, mit welchem konventionelle, nicht strahlungsresistente Schaltungs-
5 tungskomponenten vor einer Zerstörung bei Auftreten eines Latch-Up geschützt sind.

Gemäß der Erfindung wird diese Aufgabe bei einem Verfahren zum Löschen von Latch-Ups nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 dadurch gelöst, dass die in der Schaltung befindliche Ladung mittels eines Kurzschlusschalters abgebaut wird und beim Wiederhochfahren der Versorgungsspannung eine Unterspannungsdetektion kurzzeitig unterdrückt wird. Nach Ablauf der Entladezeit wird somit die zu schützende Schaltung wieder mit Spannung versorgt. Hierbei verhindert ein
10 Zeitglied, das die Unterspannungsdetektion unterdrückt, ein fälschliches Auslösen der Schutzschaltung beim Hochfahren.
15

Ferner wird bei einer Anordnung zum Durchführen des Verfahrens nach Anspruch 1 zum Schutz von strahlungsempfindlichen aktiven Schaltungselementen einer elektronischen Schaltung die elektronische Schaltung in Gruppen von aktiven Schaltungs-
20 tungskomponenten mit in einem vorgegebenen Bereich ähnlich großer Stromaufnahme unterteilt. Hierbei ist mindestens einer dieser Gruppen von aktiven Schaltungskomponenten mit in einem vorgegebenen Bereich ähnlich großer Stromaufnahme eine Schutzschaltung zugeordnet.
25

Das erfindungsgemäße Konzept geht somit über ein bisher übliches, einfaches Abschalten bei Überschreiten bestimmter
30 Spannungs- oder Stromwerte hinaus. Gemäß dem Grundgedanken der Erfindung wird die zu schützende elektronische Schal-

tung in kleine, vorzugsweise möglichst kleine Gruppen von Schaltungskomponenten mit ähnlicher, d.h. in einem vorgegebenen Bereich annähernd gleich großer Stromaufnahme aufgeteilt, damit ein Latch-Up in Schaltungskomponenten bzw. Gruppen von Schaltungskomponenten mit im Vergleich zu anderen Schaltungskomponenten geringeren Stromaufnahme eindeutig von normalen Änderungen im Versorgungsstrom einer Schaltungskomponente bzw. Gruppen von Schaltungskomponenten mit einer höheren, gegebenenfalls erheblich größeren Stromaufnahme unterschieden werden kann.

Gemäß der Erfindung ist hierzu für jede dieser Gruppen von Schaltungskomponenten mit einer ähnlichen, d.h. in einem vorgegebenen Bereich annähernd gleich großen Stromaufnahme über eine - an die Versorgungsspannung und Stromaufnahme der jeweiligen Gruppe angepasste - Schutzschaltung vorgesehen, die einen abschaltbaren Spannungsregler mit einstellbarer Strombegrenzung, ein Stellglied, einen Vergleicher zur Detektion von Unterspannung, zwei Monoflops, einen Kurzschlussschalter mit Strombegrenzung und am Ausgang mindestens einen Kondensator aufweist.

Um einen Einfluss des Ausgangsstroms auf die Ausgangsspannung zu vermeiden, ist die Einheit zur Stromdetektierung vor einer Einheit zur Spannungsregelung angeordnet.

Gemäß einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung sind zum Abschalten von mehreren oder allen Gruppen von aktiven Schaltungskomponenten, welchen jeweils eine Schutzschaltung zugeordnet ist, eine Signalisierungsleitung und eine Steuerleitung vorgesehen, welche die Schutzschaltungen der zu-

sammengefassten Gruppen von aktiven Schaltungskomponenten ausgangsseitig verbinden. Hierzu sind die Signalleitungen und die Steuerleitung mit einem zentralen Monoflop verbunden.

5

Hierdurch ist erreicht, dass, sobald ein Latch-Up in einer Gruppe von einer der Schutzschaltungen detektiert wird, die Signalisierungsleitung gesetzt und dadurch das zentrale Monoflop gestartet wird. Durch das zentrale Monoflop werden
10 dann über die Steuerleitung alle Spannungsregler der einzelnen Schutzschaltungen ausgeschaltet und alle Kurzschluss-schalter dieser Schutzschaltungen aktiviert. Nach einer vorgegebenen kurzzeitigen Einschaltverzögerung wird
15 durch jeweils in mehreren oder allen Gruppen von aktiven Schaltungskomponenten einer elektrischen Schaltung die Versorgungsspannung wieder eingeschaltet und dadurch die gesamte zu schützende elektronische Schaltung wieder hochgefahren.

20 Beschreibung der Zeichnungen

Es zeigen:

Fig.1 eine Schaltungstopologie mit einer Latch-Up-Detektion;

25

Fig.2 eine Ausführungsform einer Schutzschaltung zum Schutz einer Gruppe von Schaltungskomponenten, und

30 Fig.3 eine Schaltungsanordnung zum Schutz von mehreren Gruppen von Schaltungskomponenten.

Beschreibung der Erfindung

Entsprechend dem erfindungsgemäßen Konzept, eine zu schützende elektronische Schaltung in vorzugsweise möglichst kleine Gruppen von Schaltungskomponenten mit ähnlicher, d.h. in einem vorgegebenen Bereich annähernd gleich großer Stromaufnahme zu unterteilen, ist in Fig.1 ein Beispiel einer Schaltungstopologie schematisiert dargestellt. In dem wiedergegebenen Beispiel werden von einem Netzteil ein Zentralrechner CPU sowie beispielsweise ein Flash-Eprom, ein Analog-Digital-Wandler ADC sowie beispielsweise zwei RAM-Speicher mit Strom versorgt.

Gemäß der Erfindung ist jeder der vorstehend als Beispiel angeführten Schaltungskomponenten CPU bis RAM eine Schutzschaltung SSG zugeordnet. Auf diese Weise kann ein Latch-Up in einer der Schaltungskomponenten mit einer verhältnismäßig kleinen Stromaufnahme eindeutig und zuverlässig von beispielsweise einer Änderung im Versorgungsstrom einer Schaltungskomponente mit einer erheblich größeren Stromaufnahme unterschieden werden.

Sobald daher in einer der angeschlossenen Schaltungskomponenten ein Latch-Up auftritt, steigt in der betroffenen Schaltungskomponente die Stromaufnahme entsprechend an, worauf ein in der zugeordneten Schutzschaltung vorgesehener Stromregler eingreift und den Stromfluss in die angeschlossene Schaltungskomponente begrenzt. Dadurch sinkt die Spannung am Ausgang unter eine vorgegebene Toleranzschwelle, so dass die Abschaltung der Versorgungsspannung stattfindet und beispielsweise, was nachstehend im einzelnen noch näher ausgeführt wird, ein nachgeordneter Kurzschlussschalter aktiviert wird. Dadurch erfolgt innerhalb weniger Mikrosekunden

den ein Sperren des Stroms. Beispielsweise wird ein durch ein Latch-Up gezündeter parasitärer Thyristor somit vor der Zerstörung der jeweiligen Schaltungskomponente gelöscht.

5 Gemäß der Erfindung kann eine einzelne von dem Latch-Up betroffene Gruppe von Schaltungselementen abgeschaltet werden oder gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung können beim Auftreten eines Latch-Up in einer Gruppe von Schaltungselementen auch mehrere oder vorteilhafterweise
10 auch alle Gruppen von Schaltungskomponenten einer elektronischen Schaltung ausgeschaltet und nach einer kurzzeitigen Verzögerung wieder eingeschaltet werden, was nachstehend anhand von Fig.3 im einzelnen näher erläutert wird.

15 Wie in Fig.2 dargestellt, weist eine Schutzschaltung SSG zur Glättung der Versorgungsspannung einen Filterkondensator C_{IN} , einen abschaltbaren linearen Spannungsregler SR mit einstellbarer Strombegrenzung, einen Komparator COMP zur Unterspannungsdetektion, zwei Monoflops MF_{SP} und MF_Z ei-
20 nen Kurzschlussschalter KS mit vorgeschaltetem Strombegrenzer SG und einen Kondensator C_{OUT} am Ausgang auf. Hierbei kann der Spannungsregler SR beispielsweise zwei Operationsverstärker OP_1 , OP_2 , ein Shunt SH und ein Verstärkerelement VE aufweisen.

25

Die von einem Netzteil kommende unregelte Spannung U_{IN} wird zunächst mittels des Filterkondensators C_{IN} geglättet. Mittels des Shunt SH wird eine dem Stromfluss proportionale Spannung erzeugt. Im Normalbetrieb der angeschlossenen
30 Schaltung ist diese Spannung kleiner als U_{BIAS} , weswegen der Operationsverstärker OP_1 (Strombegrenzung) des Spannungsreglers SR nicht in die Regelung eingreift. Mittels des

Operationsverstärkers OP_2 wird die Ausgangsspannung mit einer vorgegebenen Sollspannung U_{REF} verglichen und mittels des Stellglieds SG, das ein bipolarer oder strahlungsfester Feldeffekttransistor sein kann, solange nachgeregelt, bis
5 die Ausgangsspannung U_{OUT} gleich einer Referenzspannung U_{REF} ist.

Tritt nun in einer angeschlossenen Schaltungsgruppe ein Latch-Up auf, so steigt die Stromaufnahme solange an, bis
10 die Spannung am Shunt SH gleich der Spannung U_{BIAS} ist. Damit greift die Strombegrenzung in die Spannungsregelung ein und begrenzt den Stromfluss in die angeschlossene Schaltungsgruppe. Dadurch sinkt die Spannung am Ausgang soweit ab, dass sie unter eine Toleranzschwelle ($U_{REF} - U_{TOL}$) fällt
15 und dadurch den Komparator COMP auslöst. Der Komparator COMP sperrt mit Hilfe des Verstärkungselements VE den Strom und aktiviert den Kurzschlusschalter KS.

Der Kurzschlusschalter KS entlädt innerhalb weniger Mikrosekunden den Kondensator C_{OUT} am Ausgang und alle Kapazitäten, welche in der zu schützenden Schaltung selbst die Betriebsspannung stützen. Durch den Strombegrenzer SG ist der Kurzschlusschalter KS geschützt. Das Monoflop MF_z begrenzt die Abschaltzeit auf einige Millisekunden und sorgt so für
20 eine automatische Rückstellung und ein Wiederanlaufen der Versorgungsspannung. Beim Wiederanlaufen der Versorgungsspannung sorgt das Monoflop MF_{SP} , welches die Unterspannungsdetektion unterdrückt, dafür, dass nicht fälschlicherweise eine Latch-Up-Detektion ausgelöst wird.
25

30

Durch das kurzzeitige Abschalten der Versorgungsspannung für die angeschlossene Gruppe von Schaltungskomponenten

wird der durch ein Latch-Up gezündete parasitäre Thyristor vor der Zerstörung des betroffenen Bauteils wieder gelöscht. Die Schaltung wird anschließend wieder neu gestartet.

5

Die vorstehend beschriebene Schaltung wird eingesetzt, wenn beim Auftreten eines Latch-Up nur eine einzelne Gruppe von Schaltungskomponenten abgeschaltet und vollkommen entladen werden soll. Häufig wird nicht nur gewünscht, sondern ist es im allgemeinen auch sehr zweckmäßig und sinnvoll, dass beim Auftreten eines Latch-Up in einer Gruppe von Schaltungskomponenten mehrere oder alle Gruppen von Schaltungselementen einer elektronischen Schaltung aus- und wieder eingeschaltet werden, um Querströme zu vermeiden. Beispielsweise soll in einer Prozessorschaltung ein Latch-Up in einem Speicherbaustein zu einem Abschalten und einem Wiederanlaufen des Prozessors führen.

In diesem Fall kommt folgende unter Bezugnahme auf Fig.3 beschriebene Topologie zur Anwendung:

Im Unterschied zum Abschalten einer einzelnen Gruppe von Schaltungskomponenten sind zum Abschalten von mehreren oder allen Gruppen von Schaltungskomponenten einer elektronischen Schaltung ausgangsseitig eine Signalisierungsleitung SIL und eine Steuerleitung STL vorgesehen, welche die einzelnen Schutzschaltungen SSG der Gruppen von Schaltungskomponenten verbinden, und welche mit einem zentralen Monoflop MF_Z verbunden sind.

Detektiert eine der Schutzschaltungen SSG einen Latch-Up, so setzt diese Schutzschaltung SSG die Signalisierungsleitung SIL. Dadurch wird das zentrale Monoflop MF_Z gestartet,

das über die Steuerleitung STL wiederum alle Spannungsregler SR ausschaltet und alle Kurzschlusschalter KS aktiviert. Anschließend wird durch jeweils in mehreren oder allen Gruppen von aktiven Schaltungskomponenten einer elektronischen Schaltung vorgesehene Monoflops (MF_{SK}) die Versorgungsspannung wieder hochgefahren.

Die gemäß der Erfindung mehreren oder allen Gruppen von Schaltungskomponenten einer elektronischen Schaltung zugeordneten Schutzschaltungen SSG weisen gegenüber den aus dem Stand der Technik bekannten "Schutzschaltungen" folgende Vorteile auf:

- Eine Integration der Schutzschaltungen SSG ist einfach und platzsparend möglich, da ein Spannungsreglerbaustein verwendet werden kann, welcher abschaltbar ist und bereits Spannungs- und Stromregler, sowie Unterspannungsdetektion enthält.
- Die Schwelle, ab welcher eine Strombegrenzung erfolgt, kann von außen durch eine analoge Spannung eingestellt werden. Dadurch kann die Schutzwelle nachgestellt werden, wenn die normale Stromaufnahme der zu schützenden Gruppe von Schaltungskomponenten (wegen durch Bestrahlung auftretender höherer Leckströme) während der Einsatzdauer angestiegen ist.
- Pulsweise auftretende Ströme, wie sie Digitalerschaltungen erzeugen, werden von einem entsprechend dimensionierten Filterkondensator am Ausgang

gepuffert, so dass solche pulsweise auftretenden Ströme nicht zur Auslösung einer der Schutzschaltungen führen kann.

- 5 • Der Spannungsabfall am Strommesswiderstand wird ausgeregelt, sodass der angeschlossenen Schaltung unabhängig von der Stromaufnahme immer eine konstante Spannung zur Verfügung steht.

- 10 • Bestimmungsgemäß entlädt der Kurzschlusschalter KS alle angeschlossenen Kondensatoren, sodass die hier gespeicherte Energie nicht im parasitären Thyristor der betroffenen Schaltungskomponente vernichtet werden muss.

- 15 • Diese Verkopplung vermeidet die Entstehung von Querströmen in komplexen elektrischen Schaltungen durch die gleichzeitige Aktivierung aller Schutzschaltungen.

Ansprüche

1. Verfahren zum Löschen von in einer Schaltung auftretenden Latch-Ups, wobei bei strombegrenzter Versorgungsspannung eine Unterspannung detektiert wird, nach Detektieren eines Latch-Up die Versorgungsspannung abgeschaltet und in der Schaltung befindliche Ladung abgebaut wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass die in der Schaltung befindliche Ladung mittels eines Kurzschlusschalters abgebaut wird und beim Wiederhochfahren der Versorgungsspannung eine Unterspannungsdetektion kurzzeitig unterdrückt wird.

2. Anordnung zum Durchführen der Verfahren nach Anspruch 1 zum Schutz von strahlungsempfindlichen aktiven Schaltungskomponenten einer elektronischen Schaltung **dadurch gekennzeichnet**, dass die elektronische Schaltung in Gruppen von aktiven Schaltungskomponenten mit in einem vorgegebenen Bereich ähnlich großer Stromaufnahme unterteilt ist, und mindestens einer dieser Gruppen von aktiven Schaltungskomponenten mit in einem vorgegebenen Bereich annähernd gleich großer Stromaufnahme eine Schutzschaltung (SSG) zugeordnet ist.

3. Anordnung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Schutzschaltung einen abschaltbaren Spannungsregler (SR) mit einstellbarer Strombegrenzung, ein Stellglied (SG), einen Vergleicher (COMP) zur Detektion von Unterspannung, zwei Monoflops (MF_z und MF_{SK}), einen Kurzschlusschalter (KS) mit Strombegrenzung und am Ausgang mindestens einen Kondensator (C_{OUT}) aufweist.

4. Anordnung nach Anspruch 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass eine Einheit zur Stromdetektierung vor einer Einheit zur Spannungsregelung angeordnet ist, um so einen Einfluss des Ausgangsstroms auf die Ausgangsspannung zu vermeiden.

5. Anordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass zum Abschalten von mehreren oder allen Gruppen von aktiven Schaltungskomponenten einer elektronischen Schaltung, denen jeweils eine Schutzschaltung (SSG) zugeordnet ist, eine Signalisierungsleitung (SIL) und eine Steuerleitung (STL) vorgesehen sind, welche die Schutzschaltungen (SSG) der Gruppen von aktiven Schaltungskomponenten ausgangsseitig verbinden und ihrerseits mit einem zentralen Monoflop (MF_z) verbunden sind, so dass bei Detektion eines Latch-Up in einer der Schutzschaltungen (SSG) über die Signalisierungsleitung (SIL) das zentrale Monoflop (MF_z) gestartet wird, worauf über die Steuerleitung (STL) alle Spannungsregler (SR) ausgeschaltet und alle Kurzschlusschalter (KS) der Schutzschaltungen (SSG) aktiviert werden und nach einer vorgegebenen kurzzeitigen Verzögerung durch jeweils in mehreren oder allen Gruppen von aktiven Schaltungskomponenten einer elektrischen Schaltung vorgesehene Monoflops (MF_{SK}) die Versorgungsspannung wieder hochgefahren wird.

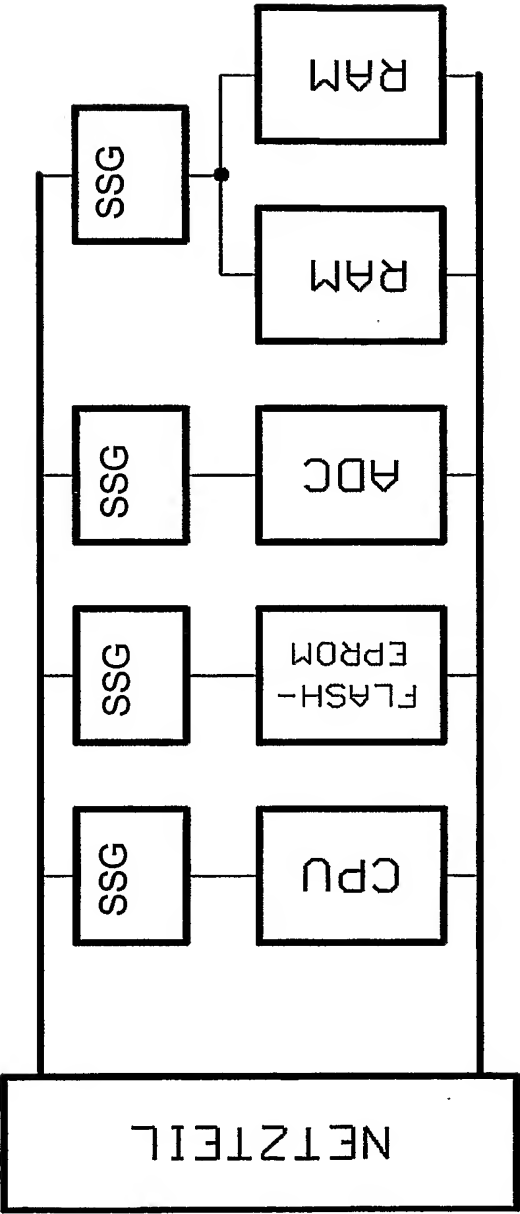


Fig.1

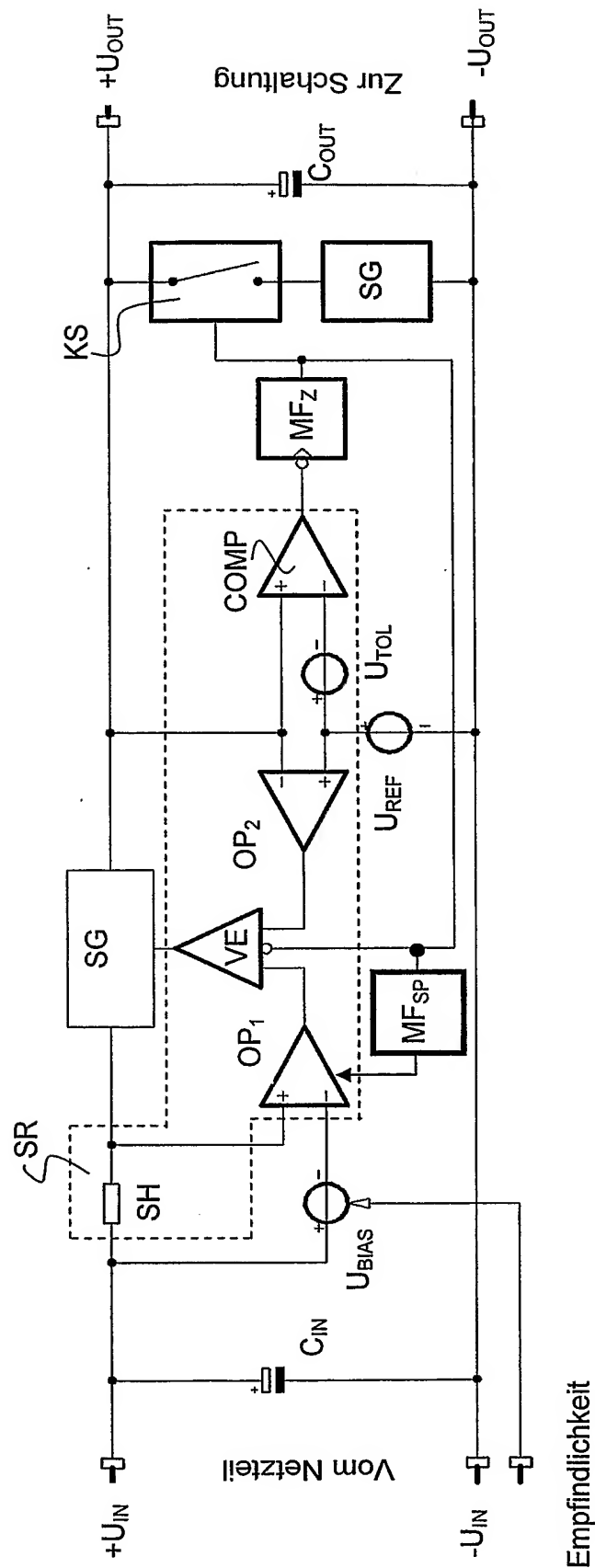


Fig.2

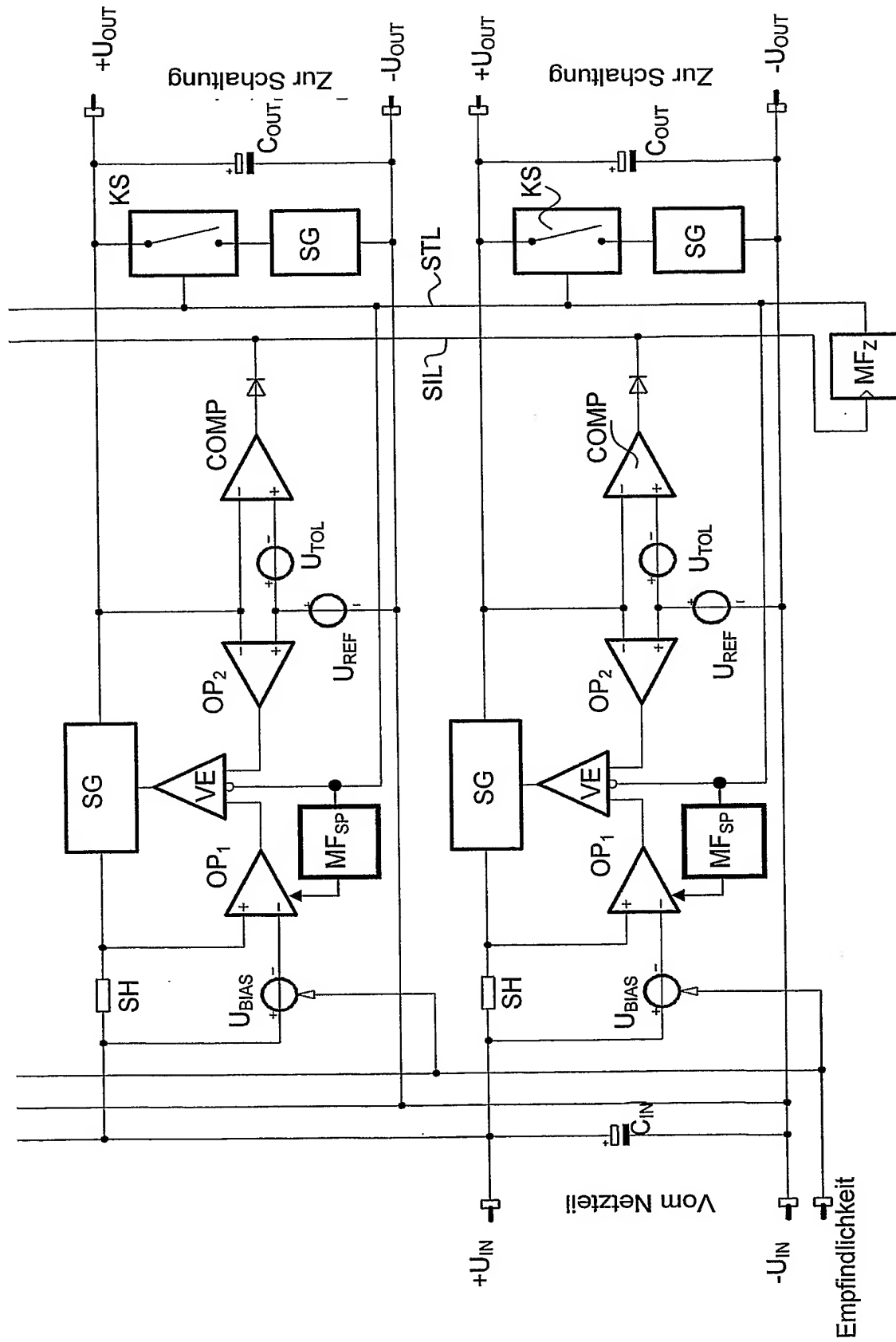


Fig.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP2005/005885

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 H01L27/092

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 H01L H02H G05F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, IBM-TDB

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 372 842 A (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) 13 June 1990 (1990-06-13) abstract; claims; figure 15	1-5
A	EP 0 175 152 A (LATTICE SEMICONDUCTOR CORPORATION) 26 March 1986 (1986-03-26) abstract	1-5
A	US 6 184 664 B1 (PONZETTA ANTONIO MARTINO) 6 February 2001 (2001-02-06) abstract; claims; figures	1-5
A	EP 0 391 672 A (HONEYWELL INC) 10 October 1990 (1990-10-10) abstract; claims; figures	1-5

☐ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

5 September 2005

Date of mailing of the international search report

13/09/2005

Name and mailing address of the ISA
European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Wirner, C

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/EP2005/005885

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 0372842	A	13-06-1990	JP	3108368 A		08-05-1991
			JP	2152272 A		12-06-1990
			JP	2172270 A		03-07-1990
			DE	68921966 D1		04-05-1995
			DE	68921966 T2		05-10-1995
			EP	0372842 A2		13-06-1990
			US	5140177 A		18-08-1992
<hr/>						
EP 0175152	A	26-03-1986	EP	0175152 A2		26-03-1986
			JP	61077421 A		21-04-1986
<hr/>						
US 6184664	B1	06-02-2001	EP	0878752 A1		18-11-1998
			AT	217102 T		15-05-2002
			CA	2289935 A1		19-11-1998
			DE	69805188 D1		06-06-2002
			DE	69805188 T2		28-11-2002
			WO	9852111 A1		19-11-1998
			EP	1010048 A1		21-06-2000
			JP	2001525091 T		04-12-2001
<hr/>						
EP 0391672	A	10-10-1990	CA	2011287 A1		07-10-1990
			EP	0391672 A1		10-10-1990
<hr/>						

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 H01L27/092

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 H01L H02H G05F

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, INSPEC, IBM-TDB

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 372 842 A (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) 13. Juni 1990 (1990-06-13) Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildung 15 -----	1-5
A	EP 0 175 152 A (LATTICE SEMICONDUCTOR CORPORATION) 26. März 1986 (1986-03-26) Zusammenfassung -----	1-5
A	US 6 184 664 B1 (PONZETTA ANTONIO MARTINO) 6. Februar 2001 (2001-02-06) Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen -----	1-5
A	EP 0 391 672 A (HONEYWELL INC) 10. Oktober 1990 (1990-10-10) Zusammenfassung; Ansprüche; Abbildungen -----	1-5



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

5. September 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

13/09/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Wirner, C

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2005/005885

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0372842	A	13-06-1990	JP 3108368 A	08-05-1991
			JP 2152272 A	12-06-1990
			JP 2172270 A	03-07-1990
			DE 68921966 D1	04-05-1995
			DE 68921966 T2	05-10-1995
			EP 0372842 A2	13-06-1990
			US 5140177 A	18-08-1992
EP 0175152	A	26-03-1986	EP 0175152 A2	26-03-1986
			JP 61077421 A	21-04-1986
US 6184664	B1	06-02-2001	EP 0878752 A1	18-11-1998
			AT 217102 T	15-05-2002
			CA 2289935 A1	19-11-1998
			DE 69805188 D1	06-06-2002
			DE 69805188 T2	28-11-2002
			WO 9852111 A1	19-11-1998
			EP 1010048 A1	21-06-2000
			JP 2001525091 T	04-12-2001
EP 0391672	A	10-10-1990	CA 2011287 A1	07-10-1990
			EP 0391672 A1	10-10-1990